Die Diatomeengesellschaften der Ramsauer Torfmoore

Von Bela J. v. Cholnoky, Pretoria, und Hellmuth Schindler, Wien

Mit 41 Textabbildungen

(Vorgelegt in der Sitzung am 11. Juni 1953)

Die folgende Arbeit ist das Ergebnis der Durcharbeitung von Diatomeenaufsammlungen, welche während des Sommers 1952 in den Torfmooren der Ramsau bei Schladming (Steiermark) gemacht wurden.

Von ausschlaggebender Bedeutung für die Vergesellschaftung der Diatomeen (Kolbe, 1927) sind die Faktoren Licht, Sauerstoff und die chemischen Verhältnisse, vor allem der Gehalt an Alkalien oder Säuren und damit die Wasserstoffionenkonzentration. In stark humussauren Moorgewässern, wie in den von uns untersuchten, finden sich nur eine Anzahl von Arten, die alle mehr oder weniger kalk- und salzfeindlich sind. Besonders die hier bearbeiteten *Sphagnum*-Hochmoore sind durchwegs ärmer an Arten und Individuen als zum Beispiel *Hypnum*-Sümpfe vom Flachmoorcharakter. Trotzdem erwies sich die Liste der Hochmoor-Diatomeen als artenreicher, als man zu erwarten geneigt wäre. Die gesammelten Proben stellen artenreiche Algenassoziationen dar, in denen der Diatomeenanteil analysiert wurde. Es konnten auch Thomasson-Analysen gemacht werden, welche auch ökologisch auszuwerten sind. Die im folgenden beschriebenen Diatomeengesellschaften geben einen wesentlichen neuen Beitrag zur Charakterisierung der Ramsauer Hochmoor- und Algenassoziation. Über die Desmidiaceen derselben Moore liegt schon ein eingehendes Schrifttum vor Heimerl, 1892; Höfler, 1926; Krebs, 1951/52; Kopetzky-Rechtperg, 1952; Höfler und Schindler, 1951, 1953.

Ein winterlicher Diatomeenaspekt des Heimerlmoores ist schon bei Cholnoky und Schindler (1951) kurz beschrieben worden.

Von 93 Algenproben, die in den Ramsauer Mooren im September 1952 gesammelt wurden, wurden die folgenden 11 Proben ausgewählt und Anteile derselben mit Pfeiffer (1 : 10 verdünnt) versetzt und per Post nach Pretoria gesandt. 9 Proben stammten aus dem RMK, dem Schwaigermoos oder Ramsauer Hochmoor beim Karlwirt. Es liegt bei etwa 1200 m Seehöhe nördlich des Rittesberges (1609 m) und wird in seinem westlichen Teil von einem alten, jetzt stagnierenden Graben durchzogen, der eine besonders reiche Algenflora aufweist. Zwischen ihm und einem künstlich ausgehobenen Randgraben des Moores befindet sich Hochmoorboden mit *Pinus montana*. Dort liegen mehrere kleine Schlenken, die in heißen Wochen oft so weit austrocknen, daß nur noch ein grünschimmernder schlammiger Brei zurückbleibt. — 2 Proben stammen aus dem Heimerlmoor RT.

Die ungemein reiche Desmidiaceenflora hat wiederholt das Material zu wissenschaftlichen Arbeiten geliefert. Erwähnt sei, daß z. B. *Staurastrum Heimerlianum*, eine seltene Art, für die der locus classicus im RT liegt, im „Hauptgraben" von RMK häufig ist, ja stellenweise zur Dominanz gelangt. Es war zu erwarten, daß auch die vordem nicht untersuchte Diatomeenflora Interessantes bieten würde.

Der Hauptgraben, ein alter jetzt stagnierender Entwässerungsgraben, verläuft am Südrand im Moor, unweit vom Nordfuß des Rittesberges, von Ost nach West und zeigt einen deutlichen p_H-Gradienten. Nahe dem Ostrand ist das Wasser stark sauer, und es herrscht eine Flora von echten Hochmoor-Desmidiaceen, von der anderwärts mitzuteilende Untersuchungen vorliegen. Etwa 150 m westlich mündet ein Quellbächlein, das von der Höhe des Rittesberges kalkhaltiges Wasser bringt. Dort herrschen Spirogyrenwatten usw. vor. Wandert man den Graben entlang von Ost nach West, so zeigen sich schon ein Stück vor der Quellmündung als Zeichen schwächerer saurer Reaktion die ersten Spirogyren und *Utricularia minor*. Die übrige Hochmoorfläche ist von vereinzelten *Pinus-montana*-Gruppen bestanden. Im Sphagnetum liegen zahlreiche Schlenken, die bei hohem Wasserstand, wie er 1952 gegeben war, eine reiche Algengesellschaft beherbergen. In warmen Sommern trocknen diese Algen zu schleimigen Krusten ein. Die Algengesellschaft dieser Schlenken, die auch vielfach untersucht wurde (Höfler und Schindler, 1951, 1952; Krebs 1951/52), ist von der des Hauptgrabens wesentlich verschieden.

Die von Cholnoky analysierten Proben tragen folgende Bezeichnung:

RMK-Probe 7, 13. September 1952. Legit Höfler. Hauptgraben im sauren (nährstoffarmen) Ostteil. Echte Hochmoor-Algengesellschaft mit viel *Chroococcus minutus*, kleine gallertführende Desmidiaceen, unter welchen *Staurastrum Heimerlianum* und von Closterien am häufigsten *C. striolatum* vorkommt.

RMK-Probe 8. Im Hauptgraben, ähnlich, einige Meter von Probe 7 gesammelt.

RMK-Probe 9. Desgleichen.

RMK-Probe 11. Legit Schindler. Hauptgraben im nährstoffarmen Ostteil. *Chroococcus, Cosmarium cucurbita, Closterium striolatum,* vereinzelt *Pleurotaenium truncatum,* Detritus mit kleineren und mittleren Desmidiaceen.

RMK-Probe 17. Weiter westlich, im nährstoffreicheren Teil des Hauptgrabens, hier herrschen große Desmidiaceen vor, am reichsten *Tetmemorus granulatus,* dazu *Hyalotheca dissiliens, Closterium dianae, Cl. striolatum, Pleurotaenium rectum.*

RMK-Probe 19. Schlenkenmaterial. Hier viel *Mesotaenium Endlicherianum, Netrium oblongum* und *digitus,* kleinere Staurastren, *St. furcatum,* von Fadenalgen nur *Gymnozyga Brebissonii. Penium rufescens* und einzelne *Euastrum insigne* (*Desmidium Swartzii, Hyalotheca dissiliens Staurastrum Heimerlianum, Penium polymorphum* fehlt hier!).

RMK-Probe 28, 29. September 1952. Legit K. und L. Höfler und H. Schindler. Algenauftrieb aus dem Hauptgraben im nährstoffarmen Ostteil, 12 m vom Ostende. Algenflora trägt Hochmoorcharakter. *Gymnozyga Brebisonii, Desmidium Swartzii, Staurastrum Heimerlianum* und vereinzelt *Pleurotaenium rectum.* Der Ufersaum wird von *Sphagnum subsecundum* Nees (det. Paul) gebildet, dazwischen vereinzelt *Schoenus albus.*

RMK-Probe 29. Bodenbelag vom gleichen Standort. *Tetmemorus granulatus* dominiert, dazu an größeren Desmidiaceen *Cl. striolatum, Cl. Baylianum, Pleurotaenium rectum* und andere. Vereinzelt *Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum.*

RMK-Probe 33. Aus dem schwächer sauren, nährstoffreichen Teil des Hauptgrabens, etwa 50 m vom Ostrand des Moores. Hier *Utricularia minor* und viel *Spirogyra* sp. 43 μ breit. Von Desmidiaceen wurden bei der ersten Durchsicht notiert: *Hyalotheca dissiliens, Pleurotaenium Ehrenbergii**, *Pl. nodulosum**, *Cosmarium conspersum**, *Cl. dianae**, *Cl. gracile**, *Cl. striolatum, Cosmarium contractum* var. *ellipsoideum, Cosm. pyramidatum, Cosm. cucurbita,* dazu *Micrasterias* vgl. *apiculata**, *Coelosphaerium* sp., *Staurastrum* sp. (die mit Sternchen bezeichneten Formen fehlen im Ostteil des Moores).

Schon 1950 war von Cholnoky ein Material RMK-Hauptgraben (gesammelt 9. September 1950) bearbeitet worden, welches folgende 18 Arten enthält:

Anomoeoneis serians var. brachysira,
„ fo. thermalis — sehr häufig, dominierend,
Cymbella amphioxys
gracilis — häufig
hebridica
„ perpusilla — häufig
Eunotia praerupta var. inflata
rhomboidea
valida

Frustulia rhomboides var. saxonica
„ vulgaris var. capitata
Navicula subtilissima
Nitzschia Hantzschiana
Pinnularia gibba
legumen
subcapitata
„ subsolaris
Tabellaria flocculosa

Die drei im Jahre 1952 nicht wiedergefundenen Arten sind durch Sperrung hervorgehoben worden.

RT. Aus dem viel untersuchten Ramsauer Torfmoor, das bei 1060 m, dort, wo die Straße Schladming—Ramsau die Plateauhöhe erreicht, gelegen ist, wurden diesmal nur zwei Proben untersucht.

RT-12, 6. September 1952. Legit K. und L. Höfler. Quadratisches Wasserloch (siehe Kartenskizze bei Cholnoky und Schindler), Auftrieb von der Mitte des Ostufers, es handelt sich um losgelöste Watten, wie sie ähnlich knapp unter dem Niveau an *Carex-canescens*-Halmen entwickelt sind. Das Moorwasser ist relativ nährstoffreich, mäßig sauer.

RT-19, 15. September 1952. Legit Schindler. Junger Torfstich im Heimerlmoor östlich der Straße, Aufwuchs auf Juncus-Stielen aus Fadenalgen mit *Mougeotia* sp. und dünner *Ulothrix* sp. u. a.

In den bezeichneten Proben wurden folgende Diatomeen nachgewiesen:

1. *Achnanthes flexella* (Kg.) Brun. var. *alpestris* Brun. — RMK 7, 8, 9, 11, 28. — In manchen dieser Materialien (z. B. RMK 11) wurden ziemlich viele Individuen gefunden, es konnte aber keine einzige Übergangsform nach der typischen „flexella“ beobachtet werden, die wir in unserem „Winterlichen Aspekt“ aus RT schon mitgeteilt haben.

2. *A. lanceolata* Bréb. var. *elliptica* Cl. — RMK 19. — Im Material konnten nur diese eigentümlich kleinen Formen gefunden werden, von denen die beiden Schalen auf Abb. 1—2 dargestellt sind. Diese Form ist übrigens wahrscheinlich ein Phänotypus saurer Gewässer (Hustedt hat ähnliche in Finnland gesehen; vgl. A. Schmidt, Atlas, Tafel 411, Fig. 43—44). Die hier beobachteten Exemplare — ebenso wie die durch Hustedt gezeichneten — zeigen keine dichtere, nur eine feinere Streifung der Raphenschale.

3. *A. microcephala* Kg. — RMK 19, 33; RT 12, 19.

4. *A. minutissima* Kg. — RT 19.

5. *A. minutissima* Kg. var. *cryptocephala* Grun. — RMK 19.

6. *Anomoeoneis brachysira* (Bréb.) Cl. — RMK 7, 8, 9, 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 12. — *A. brachysira* ist etwas minder stenotypisch azidobiontisch als *A. serians* und, da wir in diesen Materialien keine *serians* gesehen haben, kann man kaum annehmen,

daß hier das p_H niedriger als 5,3—5,5 sein könnte. In Transvaal hat Cholnoky beide Arten reichlich gefunden, und *A. serians* ist hier immer ein zuverlässiger Indikator für p_H um 5,0. Von einer Stenothermie kann natürlich auf Grund seiner neuesten, noch unveröffentlichten Befunde keine Rede sein. — Hier ist in den RMK-Materialien *A. brachysira* eine der häufigsten Diatomeen; da sie nur im Material RT 19 nicht vorkommt, dürfte dieser Fundort ein höheres p_H haben. In Afrika verschwindet *A. brachysira* bei p_H 6,5—6,7. Jørgensen (Diatom communities in some Danish lakes and ponds. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiska Skrifter, Bind V, Nr. 2, 1948), einer der besten lebenden Diatomeen-Ökologen, kommt zu einer ähnlichen Folgerung, obzwar er auf Grund seiner Sammelmaterialien kein vollkommen deutliches Bild erhalten konnte.

7. *Caloneis obtusa* (W. Sm.) Cl. — RMK 17, 19, 29, 33. — Die Art ist besonders in der Probe RMK 33 sehr reichlich vertreten. Sie ist sicher eine stenotypisch azidobiontische, aber auch stenotypisch stenotherme Form. Hustedt (in Pascher, Süßwasserflora, Bd. 10, 1930) schreibt über ihre Ökologie, daß sie „vorzugsweise nordisch-alpin“ wäre. Sie ist stenotherm und azidobiontisch, wenn aber diese Milieufaktoren irgendwo, z. B. in Süditalien, gegeben wären, wäre *C. obtusa* auch dort zu erwarten.

8. *Cyclotella comta* (E.) Kg. var. *oligactis* (E.) Grun. — RMK 28. — Nur in diesem Material fanden sich einige wenige Schalen. Die Art ist hier kaum autochthon, da sie zu den Planktonten gehört.

9. *Cymbella aequalis* W. Sm. — RMK 33. — Im Material konnten nur 2 Exemplare beobachtet werden, hier ist sie sicher nicht autochthon.

10. *C. amphioxys* (Kg.) Grun. — RMK 7, 8, 9, 11, 17, 19, 28, 29. — Diese Art ist mehr oder minder stenotypisch stenotherm und stenotypisch azidophil, deshalb wurde sie bisher auch nicht besonders häufig beobachtet. In diesen (auch in anderen Gewässern der österreichischen Alpen, z. B. Landl-Seen) ist sie ziemlich häufig, es wurde aber für nötig befunden, ein typisches Exemplar zu zeichnen (Abb. 3), desto mehr, da wir auch die

11. *C. amphioxys* (Kg.) Grun. nova forma *minor* — RMK 8 — unterscheiden mußten, die wir nur in dem angeführten einzigen Material beobachten konnten. Der Übergang nach dem Typus ist wohl ziemlich allmählich, die extremen Formen weichen aber von den Abbildungen und Beschreibungen so stark ab, daß wir sie unter dem angeführten Namen absondern wollten. Die zu dieser neuen Form gehörigen Individuen sind nur 30—40 μ lang und

5—6 μ breit, außerdem zeigen sie eine in der Mitte beinahe parallele und an den Enden schwach konvergente Streifung. In 10 μ wurden auch bei diesen Exemplaren 17 Streifen gezählt. Der isolierte Punkt an der Dorsalseite, die Struktur der Streifen und die typische Form der Schalen ähneln im großen und ganzen dem Typus (Abb. 4).

12. *C. angustata* (W. Sm.) Cl. — RMK 8, 11, 17, 19, 29, 33. — In beinahe allen angeführten Materialien sind neben den typischen auch kaum oder überhaupt nicht gewellte Individuen zu finden. Es handelt sich hier um eine ziemlich selten gesehene, aber sicher stenotypisch azidophile, wahrscheinlich auch stenotherme Art. Ein wenig gewelltes Exemplar wurde in Abb. 5 dargestellt.

13. *C. Cesati* (Rabh.) Grun. — RMK 28. — Wahrscheinlich ist diese Art hier in dieser Gesellschaft nicht autochthon. Sie ist eurytypisch indifferent, aber mehr oder minder stenotherm (vgl. Jørgensen, 1948).

14. *C. gracilis* (Rabh.) Cl. — In den hier untersuchten Materialien ist sie eine der häufigsten Arten. Nach Jørgonsen wäre sie indifferent, diese Beurteilung konnte aber nur auf Grund seiner Sammelmaterialien zustande kommen, da Cholnoky sie — auch in Transvaal und in Portugiesisch-Ostafrika — nur in sauren Gewässern finden konnte. Thermisch ist sie wahrscheinlich sehr eurytypisch mesotherm.

15. *C. hebridica* (Greg.) Grun. — Diese Art wurde in Europa bisher nur selten beobachtet, und da sie in unseren Gewässern ziemlich häufig vorkommt, konnte der Formwechsel der Art studiert werden. Neben den typischen Formen finden sich auch auffallend kleine, aber auch außerordentlich große Exemplare. Die letzteren gingen schon über die Grenzen der angegebenen Diagnosen. Da der Verlauf der Schalenkonturen auch einige Schwankungen aufweist, wurden 3 Exemplare in den Abb. 6—8 dargestellt, von denen Abb. 6 ein außerordentlich großes (45 μ lang und 7,5 μ breit) Individuum zeigt. Diese Art ist sicher stenotypisch azidobiontisch, aber auch mehr oder minder stenotypisch stenotherm (vgl. auch Jørgensen 1948, der diese Art in einer größeren Anzahl nur im Madum-Sø gefunden hatte, wo das p_H 4,8 bis 5,2 war).

16. *C. helvetica* Kg. — RMK 17. — In diesem Material finden sich nur wenige, auffallend kleine Individuen. Die Art ist hier kaum autochthon.

17. *C. incerta* Grun. — RMK 8. — Über die Ökologie dieser Art lassen die wenigen gefundenen Exemplare keine Folgerungen zu. Die Länge der Schalen ist 27—45 μ, ihre Breite 6—7.5 μ, so

daß die vorhandenen Diagnosen entsprechend ergänzt werden müßten.

18. *C. naviculiformis* Auersw. — RT 19. — Es ist wohl charakteristisch, daß diese etwas eurytypisch indifferente Art nur in diesem einzigen Material und auch hier nur sehr spärlich vorkommt.

19. *C. norvegica* Grun. — RMK 11, 17, 19. — In diesen Materialien wurden mehrere Exemplare gefunden, die — mit einem allmählichen Übergang nach den normalen — viel größer, aber auch andere, die viel kleiner als die Angaben der Diagnosen waren. Zwei abweichende Individuen stellen die Abb. 9—10 dar.

20. *C. perpusilla* A. Cl. — RMK 8, 11, 17, 28, 29. — Diese Art, die mehr oder minder stenotypisch azidophil, aber auch mesotherm zu sein scheint, ist in diesen Mooren ebenfalls nicht besonders häufig. Sie wurde bisher übrigens überhaupt nur wenig beobachtet. Unter den hier gefundenen Exemplaren konnten auch dichter gestreifte und auch besonders kleine beobachtet werden, von denen drei auf den Abb. 11—13 dargestellt sind. Da der Übergang nach dem Typus allmählich ist, ist eine Benennung der Formen überflüssig, die Diagnosen müssen aber in diesem Sinne ergänzt werden. Die dichter gestreiften Individuen könnte man mit der *C. Ruttneri* Hust. verwechseln, sie ist aber viel dichter gestreift, von einer anderen Struktur und abweichender Form.

21. *C. rupicola* Grun. — RMK 8, 11, 17, 28, 29. — Die Art wurde bisher nur selten gesehen, sie scheint aber in Österreich ziemlich verbreitet zu sein (z. B. Hustedt bei Lunz). Stenotypisch azidophil und stenotherm (Abb. 14).

22. *C. ventricosa* Kg. — RMK 9, 11, 17, 19, 29, 33; RT 12, 19. — Normale Exemplare fanden sich eigentlich nur im Material RT 19, in allen anderen sind die Schalen besonders weit gestreift (meist nur 10—12 Streifen auf 10 μ), die Streifen haben aber eine „*ventricosa*"-Struktur, so daß sie keinesfalls kleine Exemplare der *C. prostrata* sind. In Abb. 15—18 sind 4 Schalenansichten dargestellt, um den typischen „*ventricosa*"-Formwechsel zu zeigen. Cholnoky hält diese hier meist nur spärlich vorkommenden *Cymbellen* für einen Phänotypus, der den sauren Gewässern eigen ist. Die Auffassung Hustedts über die Systematik dieser Art und die Überführung der *C. caespitosa*-Individuen nach der *C. prostrata*, scheint nicht ganz glücklich zu sein, da die *C. caespitosa* wahrscheinlich doch zur Abtrennung dieser weiter gestreiften „*ventricosa*"-Exemplare, deren Streifen nicht gröber strukturiert sind, einige Bedeutung haben könnte.

23. *Diploneis ovalis* (Hilse) Cl. var. *oblongella* (Naeg.) Cl. — RMK 29. — Diese Form ist hier sicher nicht autochthon.

24. *Eunotiaarcus* E. — RMK. 8, 11, 17, 28.

25. *E. arcus* E. var. *bidens* Grun. — RMK 9, 11, 19, 28; RT 12.

26. *E. exigua* (Bréb.) Grun. — RMK 17, 19, 28; RT 19.

27. *E. kocheliensis* O. M. — RT 12, 19. — Eine nur selten gesehene, sicher stenotypisch stenotherme, wahrscheinlich aber mehr eurytypisch azidophile Art, die in diesem Torfmoor reichlich vertreten ist. Da diese Art nur selten gefunden wurde, kann ihre Diagnose noch keinesfalls ausgearbeitet sein, und so muß hinzugefügt werden, daß die Form der Schalen meistens mehr oder minder asymmetrisch ist, daß die Streifen unregelmäßig verteilt sind und auch vielfach unregelmäßig verlaufen. An der Dorsalseite kann man meistens das Vorhandensein von 1—5 verkürzten Streifen feststellen (vgl. Abb. 19—21).

28. *E. lunaris* (E.) Grun. — RMK 11, 17, 19, 29, 33; RT 12, 19.

29. *E. lunaris* (E.) Grun. var. *subarcuata* (Naeg.) Grun. — RMK 11, 17; RT 12, 19.

30. *E. pectinalis* (Kg.) Rabh. — RMK 8, 11, 17, 19, 28, 33.

31. *E. pectinalis* (Kg.) Rabh. var. *minor* (Kg.) Rabh. f. *impressa* (E.) Hustedt. — RMK 8, 9, 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 12.

32. *E. pectinalis* (Kg.) Rabh. var. *minor* (Kg.) Rabh. — RMK 7, 8, 11, 17, 28, 29, 33; RT 12, 19.

33. *E. polyglyphis* Grun. — RMK 11, 17. — Diese ist auch eine der seltensten, sicher stenotypisch azidophilen und stenothermen *Eunotien*, die nur ausnahmsweise beobachtet wurden. Im Material RMK 11 fanden sich neben den typischen auch viel schlankere Individuen, die nur 6 μ breit waren. Abb. 22 ein typisches und Abb. 23 ein schlankes Exemplar.

34. *E. praerupta* E. var. *inflata* Grun. — RMK 19.

35. *E. robusta* Ralfs var. *tetraodon* (E.) Ralfs. — RMK 17, 19.

36. *E. sudetica* (O. M.) Hust. — Ebenfalls eine seltene, stenotypisch stenotherme und azidophile *Eunotia*, die wegen ihrer Seltenheit noch weiter geprüft werden muß. Man kann die Art durch die charakteristische Lage der Endknoten kaum mit einer anderen verwechseln, da sie aber selten ist, sind die Grenzen ihrer Variation noch nicht genau festgestellt. Hustedt mußte die ursprüngliche Beschreibung O. Müllers ansehnlich erweitern. Auf Grund unserer Materialien ist aber eine weitere Ergänzung nötig, da hier auch viele kleinere, schlankere und dichter gestreifte Individuen beobachtet wurden. Zu der Diagnose muß noch hinzugefügt werden, daß neben der Position der Endknoten auch die Form und der Verlauf der Ventralseite — die besonders bei den

größeren Individuen sehr deutlich ist — charakteristisch für *E. sudetica* ist. Die meisten hier gesehenen Schalen bleiben wohl in dem Rahmen der Angaben der Diagnose, es konnten aber auch viele, viel schlankere beobachtet werden, die nur 4—5 μ anstatt 7 μ breit waren. Die Streifung ist sehr unregelmäßig, sie kann manchmal 16 Streifen in 10 μ erreichen. Die Abb. 24—29 zeigen eine Reihe solcher abweichender Individuen. Hiezu sei bemerkt, daß sie alle mit allmählichen Übergängen zum Typus verbunden sind.

37. *E. tenella* (Grun.) Hust. — RMK 7, 8, 11, 19, 28, 29; RT 19. — Eine sicher eurytypisch azidophile und auch — auf Grund Cholnokys Afrikaerfahrungen — eurytypisch mesotherme Art. In diesen Materialien ist sie demzufolge nicht besonders gut entwickelt, und wie bei anderen *Eunotia*-Arten, die unter teilweise ungünstigen Lebensbedingungen gedeihen (z. B. die Wirkung des Kochsalzes auf der Insel Terschelling!), sind auch bei dieser hier Monstrositäten häufig zu finden, von denen ein Exemplar in der Abb. 30 dargestellt wurde.

38. *E. trinacria* Krasske. — RMK 17. Die gesehenen wenigen Exemplare entstammen dem Ufer des Moores. Ärophyt, stenotypisch azidophil, mesotherm.

39. *E. valida* Hust. — RMK 7, 11, 17, 19, 28, 29; RT 12, 19.

40. *Fragilaria construens* (E.) Grun. var. *venter* (E.) Grun. — RMK 7; RT 19. — Diese Art scheint eurytypisch indifferent zu sein, daher ist ihr reichliches Auftreten im Material RT 19 gut verständlich.

41. *F. pinnata* E. — RMK 17, 19.

42. *Frustulia rhomboides* (E.) de Toni var. *saxonica* (Rabh.) de Toni. — RMK 7, 8, 9, 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 19. — In diesen angeführten Materialien ist sie eine der häufigsten Diatomeen. Sie ist sicher oligotroph, mehr oder minder stenotypisch azidophil (vgl. auch die Befunde Jørgensens), aber eurytypisch mesotherm, da sie auch im Gebiete von Südafrika häufig vorkommt (Leeufontein, Rayton-vlei usw.). Die *F. rhomboides* ist von dieser Varietät nicht nur morphologisch, sondern auch ökologisch vollkommen verschieden, da sie nur bei höheren p_Hs erscheint (auch in Afrika). Nach Cholnokys Auffassung ist die *F. saxonica* wohl eine „gute" Art, deren Vereinigung mit *F. rhomboides* vollkommen unbegründet ist. Das Verhältnis der beiden Arten ist etwa so wie das zwischen *Tabellaria flocculosa* und *T. fenestrata*. Man kann bei *Frustulia* auch kaum von Übergängen sprechen. Die durch Husted beschriebene „*f. capitata*" (vgl. Hustedt in Rabenhorst, Bd. II: 729) wurde natürlich auch hier im Moor

häufig gefunden, die Abgrenzung solcher Formen ist aber wissenschaftlich kaum begründet.

43. *Gomphonema acuminatum* E. var. *coronatum* (E.) W. Sm. — RMK 17, 19. — Nur wenige Exemplare sind in diesen Gewässern autochthon, sie stellen einen azidophilen, eventuell stenothermen Phänotypus der Art dar.

44. *G. angustatum* (Kg.) Rabh. — RT 12, 19. — Ein Zeichen dafür, daß die RT-Fundorte ein höheres p_H als die RMK-Fundorte aufweisen.

45. *G. gracile* E. — RMK 8, 9, 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 12. — Eine ziemlich eurytypisch mesotherme, aber azidophile Art, die in den Tropen häufiger gefunden wurde, da in Europa die sauren Gewässer meist auch kalt sind. In den wirklich sauren Gewässern scheint sie nirgends zu fehlen.

46. *G. intricatum* Kg. var. *pumilum* Grun. — RT 19.

47. *G. longiceps* E. var. *montanum* (Schum.) Cl. — RT 19.

48. *G. parvulum* (Kg.) Grun. — RT 12, 19. — Ein guter Beweis dafür, daß die RT-Materialien einem Milieu mit einem höheren p_H entstammen, aber auch dafür, daß diese nach Hustedt „besonders in stehenden Gewässern durch das ganze Gebiet verbreitete und meist häufige Art“ doch nicht in allen stehenden Gewässern vorkommen kann, da sie ziemlich stenotypisch indifferent oder selbst schwach alkaliphil ist.

49. *G. parvulum* (Kg.) Grun. var. *micropus* (Kg.) Cl. — RT 12, 19.

50. *G. parvulum* (Kg.) Grun. var. *subellipticum* Cl. — RMK 17, 19. — In den angeführten Materialien konnten nur sehr wenige Exemplare gefunden werden, die hier höchstwahrscheinlich nur verschleppt vorkommen.

51. *Meridion circulare* Ag. — RT 12, 19. — Auch eine eurytypisch alkaliphile Art fließender Gewässer (in dem Benthos der größeren und kleineren Flüsse Europas sehr häufig!), demzufolge nur in den RT-Materialien zu finden. Auch hier konnten oft Exemplare gefunden werden, die kleiner waren, als es durch die uns bekannten Diagnosen angegeben wird (Abb. 31). Ähnliche haben wir schon von demselben Fundort (im winterlichen Aspekt) mitgeteilt.

52. *Navicula bacillum* E. — RT 19. — Eine stenotypisch azidophile aber eurytypisch mesotherme Art, demzufolge in Europa in den Gebirgen häufiger. In entsprechenden Materialien aus Süd-Rhodesien hat sie Cholnoky ebenfalls gefunden. In der Ramsau scheint das Wasser eigentlich viel zu kalt für diese Diatomee zu sein.

54. *N. hassiaca* Krasske. — RMK 7, 17, 19, 29. — Sicher eine stenotypisch azidophile, stenotherme (?) und mehr oder minder aerophytische Art, die deshalb nicht häufig zu beobachten ist. Die Kleinheit der Schalen macht die Verwechslungen und das Übersehen sehr leicht (Abb. 32).

55. *N. Höfleri* n. sp. — RMK 7, 8, 9, 11, 28. — Eine *Navicula* aus der Verwandtschaft der *N. bryophila* Petersen, *N. subtilissima* Cl. und *N. pseudobryophila* Hust.; sie scheint der *N. pseudobryophila* am nächsten zu stehen, da sie ebenfalls ziemlich massig und viel größer als die beiden anderen Arten ist. Von dieser weicht sie aber ebenfalls grundsätzlich ab, da die Valvarseite der *N. Höfleri* eine sehr auffallende, neben dem Zentralknoten etwas weiterstehende, spitzrhombische, strukturlose Zeichnung trägt. Das optische Bild dieser Zeichnung ist auf den Abbildungen deutlich ersichtlich. Der erstgenannte Autor konnte aber trotz seiner Bemühungen nicht genau feststellen, ob es sich hier um eine Depression der Schalenoberfläche oder nur um eine Unterbrechung der Streifung handelt. Die letztere Annahme scheint wahrscheinlicher zu sein, da in der Unterbrechung keine Andeutung einer Streifung entdeckt werden konnte. Die Länge der Schalen ist 25—38 μ (meistens 30—35 μ), ihre Breite 5—7 μ (meistens 6 μ). Die Streifung steht in der Mitte etwas weiter, die feine Punktierung der Streifen ist nur hier sichtbar, da diese um den Mittelknoten unregelmäßig verkürzt sind und die auch über die rhombische Zeichnung laufenden besser einer Untersuchung zugänglich sind. Am Rande der Schale wurden hier meistens 35—38 Streifen gezählt. In den übrigen gestreiften Teilen der Schale ist diese Anzahl 40—44, an den Enden vielleicht noch höher. Die Streifen sind äußerst zart und eigentlich nur im Phasenkontrastmikroskop deutlich sichtbar. Die Streifung ist überall mehr oder minder stark radial, wodurch die Art von *N. pseudobryophila* ebenfalls abweicht. Die Form der Schale, wie sie aus den Abbildungen ersichtlich ist, ist linear oder etwas linearlanzettlich, mit vorgezogenen, breiten, schwach aber deutlich kopfigen Polen. Die Axialarea ist schmal, scharf begrenzt, die Endspalten nach der einen Seite abgebogen. Die Zentralporen sind voneinander ziemlich entfernt gestellt, ferner als bei *N. pseudobryophila*. Es ist für die Art sehr charakteristisch, daß um den Endknoten die Axialarea sich ausbreitet, die Schalenränder erreicht, wodurch eine deutlich sichtbare polare Area entsteht. Schattenlinien — wie etwa bei den „*Naviculae bacillares*“ — sind aber hier nicht vorhanden. Diese Art kann man wahrscheinlich in die Gruppe der „*Naviculae decipientes*“ neben *N. bryophila, N. subtilissima* einteilen.

Diese neue, stenotypisch stenotherme und wahrscheinlich auch stenotypisch azidophile Art widmen wir dem Herrn Professor Dr. Karl Höfler zu seinem 60. Geburtstag (vgl. Abb. 34—37).

56. *N. mediocris* Krasske. — RMK 9, 11, 19, 33; RT 12. — Diese Art ist wahrscheinlich eine aerophytische, mehr oder minder eurytypisch azidophile, eurytypisch stenotherme Form, die bisher nur selten gesehen wurde. Wir sind dessen sicher, daß sie in entsprechenden Fundorten (z. B. in Moosrasen) in der Ramsau reichlicher vorkommt. Ein Exemplar wurde in Abb. 33 dargestellt.

57. *N. minuscula* Grun. — RMK 17. — Sie ist im Süßwasser nicht so verbreitet wie Hustedt meint, da sie sicher aerophytisch, vielleicht auch mehr oder minder azidophil ist.

58. *N. pupula* Kg. — RT 12.

59. *N. radiosa* Kg. — RMK 8, 17. — In wenigen Exemplaren. Die Art ist sicher in sehr vieler Hinsicht stark eurytypisch, aber doch nicht überall so ganz gemein.

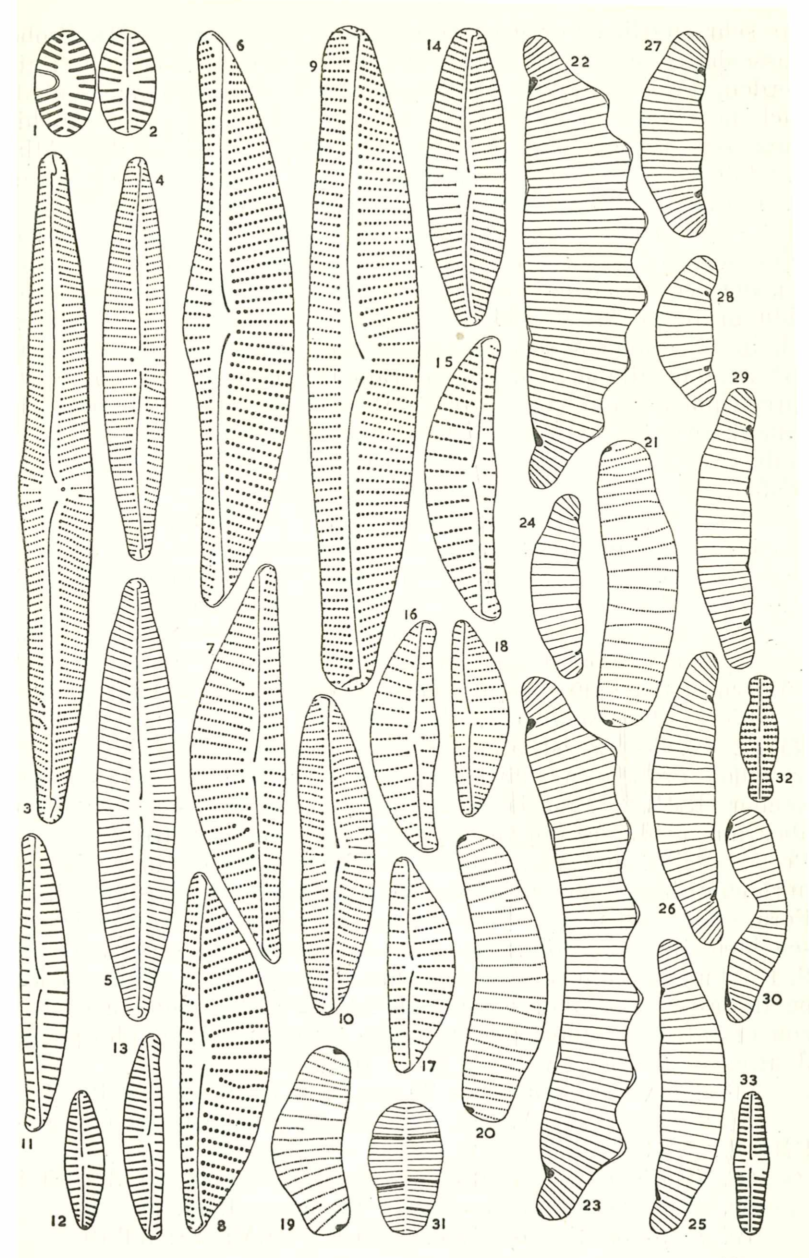
60. *N. seminulum* Grun. — RMK 7; RT 19. — Dies sollte wieder eine Diatomee sein, die zumindest nach Hustedt in „Gewässern aller Art" verbreitet wäre. Sie ist eurytypisch azidophil (nach Jørgensen, der diese Art in Dänemark nur selten gesehen hatte, indifferent); wie sie sich aber thermisch verhält, kann vorläufig kaum beurteilt werden. Allerdings ist sie hier in den wirklich sauren RMK-Materialien nur sehr spärlich vertreten, dagegen konnte sie in dem Material RT 19 massenhaft gefunden werden. Das reichliche Vorhandensein eurytypisch indifferenter Elemente läßt auf ein höheres p_H und auch auf mehr mesotherme Verhältnisse schließen.

61. *N. subtilissima* Cl. — RMK 7, 8, 9, 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 12, 19. — Wie wir schon in unserem „Winterlichen Aspekt" betont haben, ist diese Art eine stenotypisch azidophile, was auch durch diese Befunde bestätigt wird. Sie kommt in dem RT-Material

---

Erklärung der Abbildungen.

Abb. 1—2. Achnanthes lanceolata Bréb. var. elliptica Cl. — Abb. 3. Cymbella amphioxys (Kg.) Grun. — Abb. 4. Cymbella amphioxys (Kg.) Grun. n. f. minor. — Abb. 5. Cymbella angustata (W. Sm.) Cl. — Abb. 6—8. Cymbella hebridica (Greg.) Grun. — Abb. 9—10. Cymbella norvegica Grun. — Abb. 11 bis 13. Cymbella perpusilla A. Cl. — Abb. 14. Cymbella rupicola Grun. — Abb. 15—18. Cymbella ventricosa Kg. — Abb. 19—21. Eunotia kocheliensis O. M. — Abb. 22—23. Eunotia polyglyphis Grun. — Abb. 24—29. Eunotia sudetica (O. M.) Hust. — Abb. 30. Eunotia tenella (Grun.) Hust. — Abb. 31. Meridion circulare A. G. — Abb. 32. Navicula hassiaca Krasske. — Abb. 33. Navicula mediocris Krasske.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

nur sehr spärlich vor und ist in den sicher sauren RMK-Proben massenhaft vertreten. Die Stenothermie konnte nicht bestätigt werden, da diese Art inzwischen vielfach (manchmal massenhaft) auch in Transvaal (von Cholnoky) gefunden wird. Daß hier trotz der Bemerkung Hustedts (in A. Schmidt, Atlas, Tafel 404, Fig. 52—55) die wirkliche *N. subtilissima* und nicht die *N. bryophila* vorliegt, sei noch besonders hervorgehoben.

62. *N. pseudobryophila* Hust. — RMK. 7, 8, 9, 28. — Besonders im Material 28 sind viele schöne Exemplare gefunden worden. Um den Vergleich mit der *N. Höfleri* zu erleichtern, ist ein Individuum dieser Art in Abb. 38 dargestellt worden. Diese *Navicula* scheint eine stenotypisch azidophile und stenotypisch stenotherme Art zu sein, die in den Alpen wahrscheinlich (natürlich in entsprechenden Fundorten) weit verbreitet ist. Es muß allerdings bemerkt werden, daß wirklich stenotypisch stenotherme Fundorte in den Alpen — durch die starke Insolation — nicht so häufig anzutreffen sind.

63. *Neidium bisulcatum* (Lagst.) Cl. — RT 19. — Diese Art scheint mehr indifferent und mehr oder minder stenotherm zu sein, wodurch auch ihr Vorkommen in dem einen angeführten Material und ihr Fehlen in den anderen Proben verständlich wird.

64. *Nitzschia gracilis* (Hantzsch). — RT 12. — Wahrscheinlich eurytypisch azidophil und mesotherm, da sie in den sauren Gewässern Transvaals ebenfalls massenhaft auftritt. Mesotroph?

65. *N. Hantzschiana* Rabh. — RMK 7, 8, 9, 11, 17, 19, 29, 33; RT 12, 19. — Es ist allerdings merkwürdig, daß diese Art in manchen Proben so spärlich und in einer überhaupt nicht vorkommt (RMK 28). Sie ist wahrscheinlich eurytypisch stenotherm, aber nur mäßig azidophil, womit ihr massiges Auftreten in den Proben RT 12 und 19 am besten in Einklang zu bringen ist. Die übrigen Schwankungen könnte man vielleicht am besten mit der Form der gelösten N-Verbindungen erklären. Für Stickstoff scheinen die *Nitzschia*-Arten sehr empfindlich zu sein (vgl. z. B. S. P. Chu: The influence of the mineral composition of the medium on the growth of planctonic Algae. Part. II. The influence of the concentration of inorganic nitrogen and phosphate phosphorus. Journal of Ecology, vol. 31, 1943: 109).

66. *Pinnularia divergens* W. Sm. — RMK 9, 11, 17, 19, 29.

67. *P. divergens* W. Sm. var. *undulata* Hérib. et Perag. — RMK 8, 11, 19.

68. *P. gibba* E. — RMK 7, 8, 9, 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 19.

69. *P. gibba* E. f. *subundulata* Mayer. — RMK 28, 33.

70. *P. gibba* E. var. *linearis* Hust. — RMK 28; RT 19.

71. *P. gibba* E. var. *mesogongyla* (E.) Hust. — RMK 7, 8, 9, 11, 17.

72. *P. gibba* E. var. *parva* (E.) Grun. — RMK 8, 29; RT 19. — Nach Hustedt wäre diese Art und ihre Varietäten „im Süßwasser überall verbreitet und häufig". Wer aber keine „floristische Ökologie" betreibt, kommt unwiderruflich zu anderen Resultaten, z. B. Jørgensen, der diese Art auch in Dänemark als „acidophilous", zwischen 4,3—6,5 p_H gedeihend, charakterisieren mußte. Sie ist sicher mehr oder minder stenotypisch azidophil, aber auch eurytypisch mesotherm, da sie in entsprechenden Gewässern auch in Afrika reichlich vorkommt. Cholnoky vermutet, daß die „Forma" und die „Varietäten" mehr ökologische Phänotypen sind.

73. *P. maior* (Kg.) Cl. — RMK 11, 17, 19, 29, 33; RT 12, 19.

74. *P. microstauron* (E.) Cl. — RMK 7, 29, 33; RT 19. — Sie ist wahrscheinlich nur in der Probe 19 autochthon. In den anderen wurden meistens beschädigte Exemplare gefunden. Das stimmt auch sehr gut mit der Ökologie dieser Art überein, da sie zu den wenigen indifferenten *Pinnularien* gehört.

75. *P. stomatophora* Grun. — RMK 17, 29, 33. — RT 12. — In Probe RT 12 fanden sich mehrere Exemplare, die nach den Angaben der Diagnosen kleiner waren (etwa 45 μ lang und 8 μ breit). Ein solches Exemplar wurde in Abb. 39 dargestellt. Diese Art ist sicher stenotypisch azidophil und stenotypisch stenotherm, wodurch ihr „vereinzeltes" Auftreten gut erklärlich ist, da, wie bereits gesagt, stenotherme Gewässer nicht so häufig anzutreffen sind. Es sei noch bemerkt, daß die staurosförmige Zentralarea manchmal nur einseitig, in einigen Fällen überhaupt nicht entwickelt oder nur auffallend schmal war.

76. *P. subcapitata* Greg. — RMK 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 12, 19. — Diese Art ist mehr oder minder stenotypisch azidophil (nach Jørgensen azidobiontisch!), wahrscheinlich aber bis zu einem gewissen Grade stenotherm. — Im Material RT 19 wurden auffallend kleine Individuen (mit einer Länge von kaum 20 μ) beobachtet. Es handelt sich hier wahrscheinlich um Phänotypen, durch Steigung des p_H verursacht (die „Kümmerformen" Hustedts) (Abb. 40).

77. *P. subcapitata* Greg. var. *Hilseana* (Janisch) O. M. — RT 19. — Da diese Form in den Gewässern mit einem etwas höheren p_H immer reichlicher als der Typus gefunden wurde (Terschelling!), ist es nicht ausgeschlossen, daß sie ebenfalls nur ein durch nicht ganz optimale Bedingungen verursachter Phänotypus ist.

78. *P. subcapitata* Greg. var. *Hilseana* (Janisch) O. M. f. *undulata* O. M. — RT 19.

79. *P. sublinearis* Grun. — RKM 11, 17. — Eine seltene Art, Abb. 41. Ihre Seltenheit ist kaum dadurch zu erklären, daß diese Diatomee übersehen wurde. Sie ist nur deshalb selten, weil sie stenotypisch azidobiontisch und stenotypisch stenotherm ist. Das ist die Ursache, warum Jørgensen nur wenige Exemplare in Dänemark entdecken konnte und warum sie auch in unseren Gewässern nur durch einige Individuen vertreten wird.

80. *P. viridis* (Nitzsch) E. — RMK 11, 17, 19, 28, 29, 33; RT 12, 19.

81. *P. viridis* (Nitzsch) E. var. *sudetica* (Hilse) Hust. — RMK 19.

82. *Stauroneis phoenicenteron* E. — RMK 7. — In dieser Probe wurden nur einige Bruchstücke gefunden, die Pflanze ist hier kaum autochthon.

83. *Synedra tenera* W. Sm. — RT 12. — In diesem einzigen Material ist diese Art mit vielen Exemplaren vertreten, von denen mehrere kleiner waren als die Typen (manchmal nur 22—25 μ lang). Eine sicher stenotherme, wahrscheinlich auch azidophile Art.

84. *S. ulna* (Nitzsch) E. — RMK 17, 19. — In den angeführten Proben fanden sich nur einige Bruchstücke, so daß es sich hier sicher um verschleppte Individuen handelt.

85. *S. ulna* (Nitzsch) E. var. *biceps* (Kg.) Hust. — RMK 19.

86. *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kg. — RMK 8, 17, 19, 28, 33. — Ob sie wirklich eine typische Bewohnerin eutropher Seen wäre (Hustedt), möchte Cholnoky vorläufig dahingestellt lassen. Jørgensen (1948) hat eine andere Meinung über diese Frage, da er folgendermaßen schreibt: „Dominant in a number of oligotrophic lakes, small numbers in acidotrophic and eutrophic lakes and ponds. p_H 4,5—9,0, most frequent at p_H 5,0—7,0, acidophilous." In den Gewässern über der p_H-Grenze 7,0 kommt sie sicher nur verschleppt vor.

87. *T. flocculosa* (Roth) Kg. — RK 7, 8, 9, 11, 17, 18, 28, 29, 33; RT 12, 19. — Eine der häufigsten Diatomeen in den RT-Proben, was sehr gut mit der Ökologie dieser Art übereinstimmt. In der ungarischen Tiefebene, wo praktisch keine Gewässer mit einem niedrigen p_H-Wert zu finden sind, ist diese Art eine große Seltenheit. Bei wirklich niedrigen p_H-Werten, das ist bei azidobiontischen Verhältnissen, verschwindet diese Diatomee wieder, wodurch ihre verhältnismäßig große Seltenheit in den RMK-Materialien gut zu erklären ist.

88. *Tetracyclus rupestris* (A. Br.) Grun. — RMK 19. — Eine gut bekannte, wahrscheinlich azidobiontische, stenotypisch stenotherme, aerophytische Art, die in der angeführten Probe sicher nicht autochthon ist.

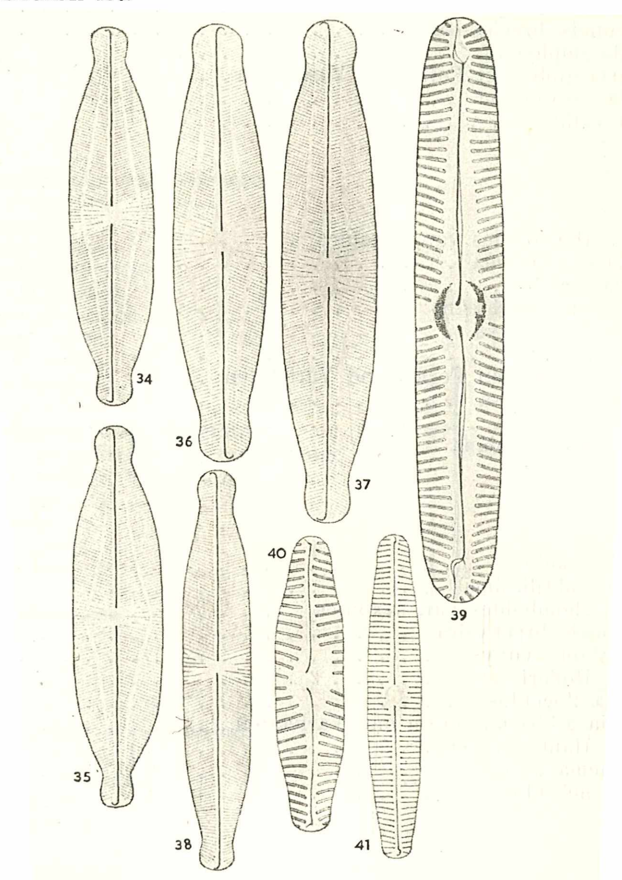


Abb. 34—37. Navicula Höfleri n. sp. — Abb. 38. Navicula pseudobryophila Hust. — Abb. 39. Pinnularia stomatophora Grun. — Abb. 40. Pinnularia subcapitata Greg. — Abb. 41. Pinnularia sublinearis Grun.

Die Materialien konnten auch nach der Thomasson-Methode analysiert werden, und die Analysen zeigen ganz deutlich, daß hier ökologische Unterschiede zwischen den einzelnen Standorten bestehen müssen. Die betreffenden Tabellen für die einzelnen Materialien sind die folgenden:

RMK 7		St	%
Navicula subtilissima .		269	62,7
Frustulia rhomboides var. saxonica		96	22,4
Cymbella gracilis		24	5,6
Navicula Höfleri . .		17	4,0
Anomoeoneis brachysira . .		13	3,0
Cymbella amphyoxys	4		
Pinnularia gibba mit Form und Varietäten .	3	10	2,3
Navicula seminulum	2		
Eunotia valida	1		
		429	100,0

RMK 8		St	%
Frustulia rhomboides var. saxonica		148	35,5
Navicula subtilissima		113	27,1
Cymbella gracilis . .		56	13,5
Anomoeoneis brachysira		55	13,2
Cymbella amphioxys		19	4,6
Navicula Höfleri		11	2,7
Pinnularia gibba mit Forma und Varietäten . .		9	2,2
Tabellaria flocculosa	3		
Cymbella hebridica	1	5	1,2
Nitzschia Hantzschiana	1		
		416	100,0

RMK 9		St	%
Cymbella gracilis .		186	36,6
Navicula subtilissima .		101	19,9
Frustulia rhomboides var. saxonica		97	19,1
Anomoeoneis brachysira		41	8,0
Cymbella amphyoxys		35	6,9
Navicula Höfleri .		21	4,1
Tabellaria flocculosa		14	2,8
Pinnularia gibba mit Form und Varietäten . . .		5	1,0
Nitzschia Hantzschiana	4		
Gomphonema gracile	3	8	1,6
Cymbella hebridica	1		
		508	100,0

RMK 11	St	%
Cymbella gracilis . . .	227	40,4
Frustulia rhomboides var. saxonica	101	18,0
Anomoeoneis brachysira	89	15,8
Nitzschia Hantzschiana	45	8,0
Cymbella amphioxys	20	3,6
Navicula subtilissima	16	2,8
Tabellaria flocculosa	15	2,7
Cymbella hebridica	14	2,5
Gomphonema gracile	10	1,8
Eunotia pectinalis und Varietäten	7	1,3

Pinnularia gibba mit Forma und Varietäten . .		7	1,3
Eunotia arcus und Varietät	3		
Pinnularia subcapitata .	2		
Achnanthes flexella var. alpestris	1		
Cymbella perpusilla .	1	10	1,8
Eunotia valida .	1		
Navicula Höfleri	1		
mediocris	1		
		561	100,0

RMK 17		St	%
Frustulia rhomboides var. saxonica		176	35,2
Tabellaria flocculosa		90	18,0
Cymbella gracilis .		79	15,8
Navicula subtilissima		63	12,6
Anomoeoneis brachysira		32	6,4
Pinnularia subcapitata		19	3,8
Nitzschia Hantzschiana		10	2,0
Gomphonema gracile .		8	1,6
Cymbella ventricosa	4		
Pinnularia viridis .	4		
Cymbella perpusilla	2		
Eunotia pectinalis und Varietäten	2		
Gomphonema acuminatum var. coronatum	2		
Pinnularia gibba und Varietäten .	2	23	4,6
Tabellaria fenestrata	2		
Caloneis obtusa	1		
Cymbella hebridica	1		
Eunotia sudetica	1		
Pinnularia maior .	1		
sublinearis	1		
		500	100,0

RMK 19		St	%
Frustulia rhomboides var. saxonica		131	25,3
Navicula subtilissima .		93	18,0
Anomoeoneis brachysira		90	17,4
Cymbella gracilis		64	12,4
Tabellaria flocculosa		57	11,0
Nitzschia Hantzschiana		41	7,9
Pinnularia subcapitata		13	2,5
Navicula mediocris		10	2,0
Eunotia pectinalis und Varietäten	4		
Pinnularia gibba und Varietäten	4		
Cymbella ventricosa	3		
„ hebridica .	2	18	3,5
Pinnularia maior	2		
Achnanthes lanceolata var. elliptica	1		
Cymbella norvegica	1		
Gomphonema gracile	1		
		517	100,0

RMK 28		St	%
Navicula subtilissima		164	33,3
Frustulia rhomboides var. saxonica		132	26,8
Cymbella gracilis . . .		75	15,3
Anomoeoneis brachysira		62	12,6
Navicula Höfleri . .		21	4,3
Cymbella amphioxys		16	3,3
Navicula Suchlandti		9	1,8
Pinnularia gibba und Varietäten . .		9	1,8
Tabellaria flocculosa	2		
Cymbella hebridica	1	4	0,8
Eunotia valida	1		
		492	100,0

RMK 29		St	%
Cymbella gracilis . . .		181	31,7
Frustulia rhomboides var. saxonica		171	29,9
Navicula subtilissima .		127	22,2
Anomoeoneis brachysira		22	3,8
Tabellaria flocculosa		21	3,6
Pinnularia subcapitata		16	2,8
Nitzschia Hantzschiana . . .		12	2,1
Pinnularia gibba und Varietäten .		9	1,6
Eunotia pectinalis und Varietäten	4		
Gomphonema gracile	4		
Pinnularia maior	3	13	2,3
Cymbella amphioxys	1		
ventricosa	1		
		572	100,0

RMK 33		St	%
Cymbella gracilis . .		172	33,1
Anomoeoneis brachysira		114	21,9
Tabellaria flocculosa		73	14,0
Frustulia rhomboides var. saxonica		64	12,3
Nitzschia Hantzschiana		28	5,4
Cymbella ventricosa		13	2,5
Navicula subtilissima		12	2,3
Caloneis obtusa		10	1,9
Pinnularia gibba und Varietäten .		9	1,8
Tabellaria fenestrata		8	1,5
Pinnularia subcapitata . .		6	1,2
Pinnularia maior . . .	5		
Eunotia pectinalis et var.	3	11	2,1
Cymbella hebridica	2		
Navicula mediocris	1		
		520	100,0

RT 12		St	%
Tabellaria flocculosa		268	50,1
Nitzschia Hantzschiana		136	25,4
Cymbella gracilis .		101	18,9
Navicula subtilissima	5		
Eunotia lunaris und Varietät	4		
Nitzschia gracilis	4		
Pinnularia viridis	4		
Cymbella ventricosa	3		
Eunotia pectinalis und Varietäten	2	30	5,6
„ valida . .	2		
Gomphonema gracile	2		
„ parvulum und Varietäten	2		
Pinnularia stomatophora	1		
subcapitata	1		
		535	100,0

RT 19		St	%
Nitzschia Hantzschiana		248	48,4
Navicula seminulum .		123	24,0
Fragilaria construens var. venter		64	12,5
Pinnularia viridis		28	5,4
Eunotia lunaris und Varietät .		12	2,3
Cymbella gracilis		11	2,1
Gomphonema parvulum und Varietäten		8	1,6
Tabellaria flocculosa	. .	6	1,2
Achnanthes minutissima	3		
Neidium bisulcatum .	3		
Achnanthes microcephala	1		
Eunotia kocheliensis	1		
„ valida . . .	1	13	2,5
Gomphonema angustatum . .	1		
Pinnularia gibba und Varietäten .	1		
microstauron . . .	1		
subcapitata var. Hilseana .	1		
		513	100,0

Um die ökologischen Verhältnisse der einzelnen Standorte besser miteinander vergleichen und so die Ökologie der Arten eingehender untersuchen zu können, wurden die relativen Häufigkeitsangaben in einer Tabelle (S. 619 zusammengefaßt, in welcher nur diejenigen Arten berücksichtigt sind, die in zumindest einem Material eine relative Häufigkeit von zumindest 1,0% erreicht haben. Hier ist allerdings zu bemerken, daß diese Grenze ganz willkürlich gewählt wurde, da man zu der zuverlässigen Feststellung des richtigen Prozentsatzes der seltener vorkommenden Arten viel mehr Individuen (etwa 10.000 anstatt etwa 500) auszählen sollte. So eine Arbeit ist aber praktisch kaum möglich (eine Thomasson-Zählung dauert auch mit 500 Individuen etwa

3—4 Stunden!). So müssen wir die dadurch entstehende Unsicherheit mit in Kauf nehmen und demzufolge mit den betreffenden Folgerungen vorsichtig sein, vorsichtiger als es bei Jørgensen manchmal der Fall ist.

In der zusammenfassenden Tabelle bedeutet der Buchstabe „S", daß die Art in dem betreffenden Material wohl auch in der Thomasson-Zählung vorkommt, ihre Häufigkeit aber unter 1,0% bleibt, der Buchstabe „F", daß die Art nur in der Florenliste des betreffenden Materials, nicht aber in der Thomasson-Zählung vorkommt. Wo die Art überhaupt nicht beobachtet wurde, steht ein „—"-Zeichen. Das häufigste Vorkommen, das ist die höchste relative Häufigkeit der Art, wurde unterstrichen.

Aus der Zusammenstellung kann man ersehen, daß die Anzahl der Kulminationen (des höchsten Prozentsatzes) der relativen Häufigkeit sich in den einzelnen Materialien folgendermaßen verteilt:

RMK	7	1
	8	2
	9	1
	11	4
	17	1
	19	1
	28	2
	29	0
	33	4
RT	12	1
	19	6

Es ist eine Selbstverständlichkeit, anzunehmen, daß diejenigen Materialien, in welchen mehrere Arten den Höhepunkt ihrer Häufigkeit erreichen, ökologisch am meisten von den anderen abweichen müssen, aber auch, daß die Ökologie der kulminierenden Arten mit den ökologischen Verhältnissen des betreffenden Standorts übereinstimmen muß. Ist demzufolge die Ökologie einer oder mehrerer kulminierenden Arten bekannt, so können wir mit einer großen Wahrscheinlichkeit auch Schlüsse auf die Ökologie der bisher in dieser Hinsicht unbekannten, aber in demselben Material kulminierenden Arten ziehen. Es ist ebenso selbstverständlich, daß die Standorte, an welchen nur eine, aber zumindest in einer Hinsicht mehr oder minder stenotypische Art mit einer größeren Individuenzahl kulminiert, in dieser Hinsicht mehr stenotypisch als die anderen Standorte sind.

Unter diesen Voraussetzungen können wir mit der Hilfe der nebenstehenden Tabelle folgendes feststellen:

Zusammenfassende Tabelle der relativen Häufigkeit

		RMK									RT	
		7	8	9	11	17	19	28	29	33	12	19
1	Anomoeoneis brachysira	3,0	13,2	8,0	15,8	6,4	17,4	12,6	3,8	**21,9**	F	—
2	Caloneis obtusa . .	—	—	—	—	S	F	—	F	**1,9**	—	—
3	Cymbella amphioxis	S	4,6	**6,9**	3,6	F	F	3,3	S	—	—	—
4	gracilis	5,6	13,5	36,6	**40,4**	15,8	12,4	15,3	31,7	33,1	18,9	2,1
5	hebridica	—	S	S	**2,5**	S	S	S	F	S	—	F
6	„ ventricosa	—	—	F	F	S	S	—	S	**2,5**	S	F
7	Eunotia lunaris mit ihrer Varietät „subarcuata“	—	—	—	F	F	F	—	F	F	S	**2,3**
8	pectinalis mit ihren Varietäten und Formen .	F	F	F	**1,3**	S	S	F	S	S	S	F
9	Fragilaria construens var. venter	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**12,5**
10	Frustulia rhomboides var. saxonica	22,4	**35,5**	19,1	18,0	35,2	25,3	26,8	29,9	12,3	—	F
11	Gomphonema gracile	—	F	S	**1,8**	**1,6**	S	F	S	F	S	—
12	parvulum mit ihren Varietäten	—	—	—	—	F	F	—	—	—	S	**1,6**
13	Navicula Höfleri	4,0	2,7	4,1	S	—	—	**4,3**	—	—	—	—
14	mediocris	—	—	F	S	—	**2,0**	—	—	S	S	—
15	seminulum .	F	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**24,0**
16	subtilissima	**62,7**	27,1	19,9	2,8	12,6	18,0	33,3	22,2	2,3	S	F
17	„ Suchlandti .	F	F	F	—	—	—	**1,8**	—	—	—	—
18	Nitzschia Hantzschiana	F	S	S	8,0	2,0	7,9	—	2,1	5,4	25,4	**48,4**
19	Primularia gibba mit ihren Varietäten und Formen	S	**2,2**	1,0	1,3	S	S	1,8	1,6	1,8	—	S
20	subcapitata mit ihren Varietäten und Formen		—	—	S	**3,8**	2,5	F	2,8	1,2	S	S
21	„ viridis . .	—	—	—	F	S	F	F	F	F	S	**5,4**
22	Tabellaria fenestrata	—	F	—	—	S	F	F	—	**1,5**	—	—
23	flocculosa	F	S	2,8	2,7	18,0	11,0	S	3,6	14,0	**50,1**	1,2

Im Material RMK 7 kulminiert nur eine Art, die *Navicula subtilissima*, mit einer sehr hohen relativen Häufigkeit, die sich auch in anderen Standorten (Transvaal!) als stenotypisch azidobiontisch und mesotherm erwiesen hatte. Wir müssen daher diesen Standort für einen besonders sauren halten. Im selben Material kommt aber auch *Frustulia rhomboides* var. *saxonica* mit einer ungewöhnlich hohen Individuenzahl vor, und damit ist die Auffassung, daß diese „Varietät" überall häufig wäre, gut widerlegt, da sie beinahe optimale Verhältnisse in der Gesellschaft der mehr oder minder stenotypisch azidobiontischen *Navicula subtilissima* findet. Die Tatsache, daß beide Arten in den mehr neutralen (d. i. wenig sauren) RT-Standorten nur sehr spärlich vorkommen, steht mit dieser Bewährung im besten Einklang.

Die *Frustulia saxonica* findet — relativ — in dem Material RMK 8 die besten Lebensbedingungen, wo auch *Pinnularia gibba* in einer maximalen Anzahl vorkommt. Demzufolge ist *Pinnularia gibba* ebenfalls azidophil, wahrscheinlich im selben Maße wie *Frustulia saxonica*. Die Richtigkeit der Auffassung Jørgensens über die Ökologie der Art wird dadurch sehr schön bewiesen, leider ist hier die Anzahl der gesehenen *Pinnularia-gibba*-Individuen immer ziemlich niedrig, so daß die Feststellung einer weiteren Nachprüfung bedarf. Inzwischen konnte Cholnoky aber in einigen Gewässern Transvaals reichlich die *Pinnularia gibba* vorfinden, auffallenderweise ebenfalls in der Gesellschaft der *Frustulia saxonica* und der *Navicula subtilissima*; die Resultate der Analysen sind auch dort vollkommen ähnlich, so daß die Richtigkeit dieser Behauptungen kaum mehr zu bezweifeln ist.

Im Material RMK 9 kulminiert nur *Cymbella amphioxys*, im selben Material erreichen *Navicula subtilissima* und *Frustulia saxonica* eine nur niedrige Individuenzahl, dagegen finden wir hier eine beinahe maximale Entwicklung der *Cymbella gracilis*. Hier ist die Folgerung berechtigt, daß *Cymbella gracilis* und *Cymbella amphioxys* in zumindest einer lebenswichtigen Hinsicht die gleiche Ökologie aufweisen.

Über diese gibt der Standort RMK 11 einen näheren Aufschluß, in welchem vier der hier untersuchten Arten ihre maximale relative Häufigkeit erreichen und wo demzufolge von den anderen Standorten ziemlich abweichende ökologische Verhältnisse herrschen müssen. Da zumindest drei der hier kulminierenden Arten (*C. gracilis, Eunotia pectinalis* und *Gomphonema gracile*) sicher eurytypisch azidophil und eurytypisch mesotherm sind, muß man voraussetzen, daß in diesem Standort ein höheres p_H als in den anderen RMK-Materialien vorliegen muß. Ob hier auch thermisch

ein Unterschied vorhanden wäre, steht nicht fest, ist aber doch wahrscheinlich, da hier die sicher stenotherme *Cymbella hebridica* ebenfalls kulminiert. Die absolute Anzahl der gesehenen Individuen ist aber so niedrig, daß *C. hebridica* kaum optimale Lebensbedingungen finden konnte, mit anderen Worten, der Standort ist nicht kalt genug, um die Entwicklung der *Cymbella hebridica* vollkommen zu begünstigen.

Nach diesen Überlegungen scheint es, daß *C. gracilis* azidophil mit einer begrenzten Eurytypie ist, und so muß man auch *C. amphioxys* für eine azidophile, wahrscheinlich aber mehr stenotypisch stenotherme Art halten, die weder unter azidobiontischen (p_H um 5 oder niedriger) noch unter eurythermen Verhältnissen gut gedeihen kann. Daher ihre Seltenheit.

In den Standorten RMK 17, 19, 29 konnte die Kulmination von nur einer oder keiner der hier behandelten Arten beobachtet werden, so daß diese — in ökologischer Hinsicht — einen Durchschnitt der hier vorhandenen Fundorte repräsentieren. Hier müßten wir eigentlich auch den Fundort RMK 28 einreihen, wo wohl die *Navicula Höfleri* und *Navicula pseudobryophila* kulminieren, die beide aber in einer so geringen Individuenzahl vorkommen, daß dadurch keine Folgerungen über die Ökologie dieser wenig bekannten Arten ermöglicht werden. Es ist aber auffallend, daß, wo *Tabellaria flocculosa* (RMK 17) oder *Cymbella gracilis* (RMK 29) reichlicher entwickelt sind, die Anzahl der *Anomoeoneis brachysira* minimal ist. Die Anzahl der *Frustulia-saxonica*-Individuen bleibt aber in diesen Standorten ziemlich gleich, die der *Navicula subtilissima* weist nur geringfügige Schwankungen auf, die bei letzterer durch eine wahrscheinlich geringere Eurytypie erklärlich ist. *Cymbella gracilis* und *Tabellaria flocculosa* sind aber sicher azidophile Arten, die niedrige p_H nicht gut vertragen können, wodurch der erste Beweis dafür geliefert ist, daß *Anomoeoneis brachysira* ein Azidobiont ist mit einer nur beschränkten Eurytypie. Ob nun unter den hier gegebenen azidophilen Verhältnissen (p_H 6) *Tabellaria flocculosa* oder *Cymbella gracilis* besser entwickelt ist, müssen andere Faktoren (z. B. O_2-Gehalt, Licht, Wasserbewegung, gelöste Stoffe, Nährstoffgehalt usw.) entscheiden. Hier könnte vielleicht eine eingehende Untersuchung und Vergleichung der Milieufaktoren der Standorte RMK 17 und RMK 29 Aufschluß geben. Wir halten es aber nicht für ausgeschlossen, daß hier auch gewisse Sukzessionserscheinungen eine Rolle spielen könnten (die zwei Proben wurden in zwei verschiedenen Jahren gesammelt).

Das Material RMK 33 weicht von allen anderen bisher behandelten stark ab. Hier müssen die ökologischen Faktoren von denen

der vorher behandelten Standorte abweichen. Sie werden hier sowohl bei *Anomoeoneis brachysira* als auch bei der ebenfalls sicher azidobiontischen *Caloneis obtusa*, außerdem noch bei der ebenfalls sicher azidobiontischen *Caloneis obtusa*, außerdem noch bei zwei anderen Arten (*Cymbella ventricosa* und *Tabellaria fenestrata*) eine Kulmination ihrer relativen Häufigkeit verursachen. *Caloneis obtusa* ist sicher auch stenotypisch stenotherm, was ihre niedrige absolute Individuenzahl gut erklärt. Die zwei anderen hier kulminierenden Arten kommen ebenfalls in einer nur geringen Anzahl vor, so daß die Schlußfolgerungen nicht einwandfrei erscheinen; es ist aber auf dieser Grundlage ganz sicher, daß *Tabellaria flocculosa* keine indifferente, vielmehr eine azidophile Art sein muß, d. h. man muß wieder die Feststellungen Jørgensens bestätigen. Bei *Cymbella ventricosa* wäre diese Kulmination hier ganz unverständlich, wenn die hier gefundenen Formen dieser Art mit denen der indifferenteren Gewässer übereinstimmen würden. Das ist aber nicht der Fall, daher sind die gezeichneten Individuen wahrscheinlich azidophile Phänotypen der genannten *Cymbella*.

Im Material kommt *Cymbella gracilis* in einer ziemlich hohen Individuenzahl vor (eurytypisch azidophil), und die Zahl der *Frustulia-saxonica*-Exemplare ist sehr gering (eurytypisch azidobiontisch), so daß hier die Kulmination der *Anomoenoies* nicht durch ein besonders niedriges p_H, sondern einen anderen uns unbekannten Faktor verursacht wird.

Eine deutliche Erhöhung des p_H zeigen die RT-Materialien, von denen das RT 12 sicher saurer als das von RT 19 ist. In RT 12 kulminiert *Tabellaria flocculosa* und die mehr oder minder stenotypisch azidobiontischen Arten, wie *Anomeoneis brachysira*, *Frustulia saxonica*, *Navicula subtilissima* usw. Sie kommen nur sehr spärlich oder überhaupt nicht vor. In größerer Anzahl wurden aber *Cymbella gracilis* — die auch bisher immer ein zuverlässiger Indikator des steigenden p_H war — und *Nitzschia Hantzschiana* gefunden. Letztere ist wohl sicher eine azidophile Art kälterer Gewässer, die aber doch an zumindest mesotrophe Verhältnisse gebunden ist. An den RMK-Standorten deutet alles auf eine Oligotrophie, an den RT-Fundorten dagegen auf eine mehr oder minder mäßige Mesotrophie hin. Wir halten es für nicht ausgeschlossen, daß neben p_H auch Mesotrophie eine entscheidende Rolle in der Verbreitung der *Tabellaria flocculosa* spielt, wodurch auch die Unsicherheit in der Beurteilung der Ökologie dieser Diatomee verständlich wird.

Die größten Abweichungen im Vergleich mit den bisher besprochenen Fundorten zeigt der Standort RT 19. Die große Ver-

schiedenheit tut sich nicht nur darin kund, daß hier die relative Häufigkeit von nicht weniger als 6 Arten (*Eunotia lunaris*, *Fragilaria construens* var. *venter*, *Gomphonema parvulum*, *Navicula seminulum*, *Nitzschia Hantzschiana*, *Pinnularia viridis*) kulminiert, sondern auch dadurch, daß zumindest 5 der hier kulminierenden Arten eurytypisch indifferent sind. Nur *Nitzschia Hantzschiana* ist sicher eurytypisch azidophil, aber auch mesotroph, demzufolge ist dieser Standort verhältnismäßig reich an Nährstoffen (besonders N.!). Daß hier auch das p_H die höchsten Werte in der Reihe erreichen muß, beweist das vollkommene Verschwinden oder äußerst spärliche Vorkommen eurytypisch azidobiontischer Diatomeen (*Anomoeoneis brachysira*, *Frustulia saxonica*, *Navicula subtilissima*, um nur die in den anderen Proben sehr häufigen Formen zu nennen) und eine minimale Häufigkeit eurytypisch azidophiler Arten (z. B. *Cymbella gracilis* oder *Tabellaria flocculosa*). Der eigentümliche Zusammenhang in der Verbreitung der *Fragilaria construens* var. *venter* und *Navicula seminulum* ist sehr auffallend und interessant.

Zusammenfassend ist wohl noch zu bemerken, daß keine Florenliste, keine Schätzung der Häufigkeit, kein Vergleich floristischer Angaben zur wirklich richtigen Beurteilung der Ökologie einer Diatomee führen kann. Dies ist nur auf Grund der Analyse der Gesellschaften möglich. Eine Voraussetzung ist also, daß man Assoziationen untersuchen muß.

Literaturverzeichnis.

Budde, H., 1942: Die bethale Algenflora, die Entwicklungsgeschichte der Gewässer und die Seentypen im Naturschutzgebiet „Heiliges Meer". Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 39; 189.

Cholnoky, B. J., 1933: Analytische Benthos-Untersuchungen III. Die Diatomeen einer kleinen Quelle in der Nähe der Stadt Vác. Archiv für Hydrobiologie, Bd. 26; 207.

Cholnoky, B. J. und Höfler, K., 1950: Vergleichende Vitalfärbeversuche an Hochmooralgen. Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 159, Heft 6—10; 143.

Cholnoky, B. J. und Schindler, H., 1951: Winterlicher Diatomeen-Aspekt des Ramsauer Torfmoores. Verh. d. Zool. Bot. Ges. in Wien, Bd. 92 (100-Jahr-Festschrift); 225.

Cholnoky, B. J. und Höfler, K., 1952: Diatomeen vom Johannisbrunnen bei Bad Gleichenberg in der Südsteiermark. Mitt. d. Naturwiss. Vereins Steiermark, Bd. 81/82; 13.

Geitler, L., 1927: Somatische Teilung, Reduktionsteilung, Kopulation und Parthenogenese bei Cocconeis placentula. Archiv f. Protistenkunde, Bd. 59; 506.

— 1932: Der Formwechsel der pennaten Diatomeen (Kieselalgen). Abdruck aus Archiv f. Protistenkunde, Bd. 78; 1. Fischer, Jena.

Heimerl, A., 1891: Desmidiaceae alpinae. Beiträge zur Kenntnis der Desmidiaceen des Grenzgebietes von Salzburg und Steiermark. Verh. zool.-bot. Ges. Wien, Bd. XLI; 587.

Höfler, K., 1926: Über Eisengehalt und lokale Eisenspeicherung in der Zellwand der Desmidiaceen. Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 135; 103.

Höfler, K. und Schindler, H., 1951: Vitalfärbung von Algenzellen mit Toluidinblaulösungen gestufter Wasserstoffionenkonzentration. Protoplasma, Bd. XL; 137.

— — 1952: Algengallerten im Vitalfärbeversuch. Österr. Bot. Zeitschr., Bd. 99; 529.

— — 1953: Vitalfärbbarkeit verschiedener Closterien. Protoplasma, Bd. XLII; 296.

Hustedt, F., 1930: Bacillariophyta (Diatomeae), Heft 10, II. Aufl. in Paschers Süßwasserflora Mitteleuropas. Fischer, Jena.

— 1930—1943: Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz, mit Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzenden Meeresgebiete. Dr. L. Rabenhorsts Kryptogramenflora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. VII, Akad. Verlagsges. Leipzig.

— 1938: Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra, nach dem Material der Deutschen Limnologischen Sunda-Expedition. Allgemeiner Teil, Fortsetzung II. Die Diatomeenflora der untersuchten Gewässertypen. Archiv für Hydrobiologie, Suppl.-Bd. XVI; 1.

— 1950: Die Diatomeenflora norddeutscher Seen, mit besonderer Berücksichtigung des holsteinischen Seengebietes. V.—VII. Seen aus Mecklenburg, Lauenburg und Nordostdeutschland. Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 43; 329.

— 1953: Diatomeen aus dem Naturschutzgebiet Seeon. Archiv f. Hydrobiologie, Bd. 47; 625.

Jørgensen, E. G., 1948: Diatom communities in some Danish lakes and ponds. Det kongelige Danske Videnskabernes Selskab, Biologiske Skrifter, Bd. V, Nr. 2.

Kolbe, R. W., 1927: Zur Ökologie, Morphologie und Systematik der Brackwasser-Diatomeen. Die Kieselalgen des Sperenberger Salzgebietes. Pflanzenforschung, Heft 7. Fischer, Jena.

Kopetzky-Rechtperg, O., 1952: Artenliste von Desmidiales aus den österreichischen Alpen (Sitzungsber. d. Österr. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 161; 239.

Krebs, I., 1951: Beiträge zur Kenntnis der Desmidiaceen-Protoplasten. I. Osmotische Werte. II. Plastidenkonsistenz. Sitzber. d. Österr. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., Abt. I, Bd. 160; 579.

Meister, F., 1912: Die Kieselalgen der Schweiz. Beiträge zur Kryptogramenflora der Schweiz. Bd. IV, Heft 1. Bern.

Middelhoek, M., 1951: Een vijver in Nederland. De Jaarcyclus van het eencellig leven in een vijver. Thieme, Zutphen.

Wallace, J. H. and Patrick, R., 1950: A consideration of Gomphonema parvulum Kütz. Butler Univ. Bot. Stud. Vol. 9; 227.